

УДК 629.113.012.82/83

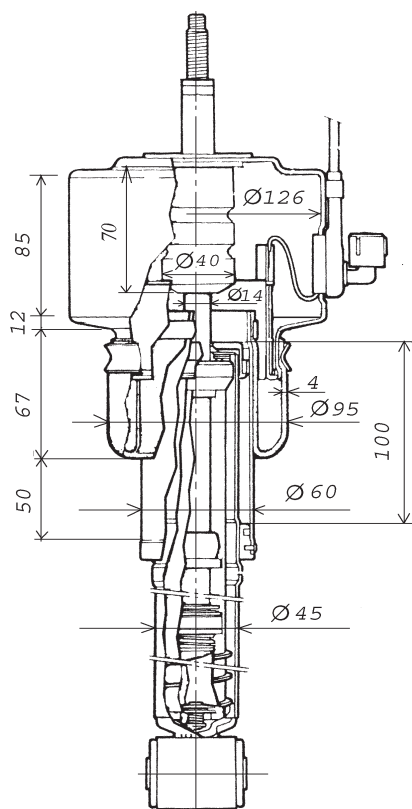
Д.Б. Андреев, В.Е. Ролле, А.Г. Семенов
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,
г. Санкт-Петербург

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА УПРАВЛЯЕМОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Развитие конструкции легкового автомобиля привело к необходимости разработки и применения регулируемых подвесок.

Управляемая пневматическая подвеска состоит из резиновых пневмобаллонов (по одному или несколько на каждом колесе), компрессора, воздушного фильтра, ресивера с перепускными клапанами и магистралей. Сжимаемый в баллонах под нагрузкой воздух приводит к прогрессивному увеличению удельной жесткости подвески. Кроме того, дополнительной подкачкой воздуха (или газа) можно приподнимать или опускать машину над дорогой, задавая дифферент и крен.

Темой работы является разработка методики расчёта управляемой пневматической подвески (рисунк).



Пример амортизаторной стойки с пневматической рессорой

Объект исследования – автомобиль малого класса 2-й группы, для которой рабочий объём цилиндров не превышает 1,5 л, а неснаряженная масса достигает 1050 кг, с управляемой пневматической подвеской.

В основу методики положено нахождение оптимальных для плавности хода значений передней и задней подвесок в зависимости от условий эксплуатации автомобиля:

- изменение нагрузки на передней и задней осях подвески;
- изменение дорожных условий;
- изменение скорости движения.

При разработке методики использованы:

- частотные методы анализа динамических систем колебаний поддрессоренной массы автомобиля (расчёт плавности хода);
- расчёт частотной характеристики с использованием математической системы *Mathcad*;
- метод корреляционного анализа микропрофиля дорог;
- ОСТ 37.001.291-84 «Допустимые технические нормы плавности хода легковых и грузовых автомобилей».

Основные положения методики

1. Выбор расчётной модели (двухмассовая схема подвески с учетом деформации шин) и определение для неё передаточной функции.

2. Подготовка исходных данных для системы уравнений колебания поддрессоренной массы.

3. Анализ дорожных условий и выбор характеристики микропрофиля дороги. Задание допустимых ускорений по нормам плавности хода.

4. Составление программы для *Mathcad*, предполагающей ввод данных и расчет последовательно коэффициентов передаточной функции, спектральной плотности воздействия дороги, среднеквадратического ускорения и построение графиков.

5. Проведение расчётных исследований по определению максимальной скорости, допустимой по плавности хода, в функции от жесткости подвески $V_{\max} = f(C)$ для различной загрузки автомобиля и для различных дорожных условий.

6. Определение диапазона изменения жесткости передней и задней подвесок при движении.

7. Расчёт пневматической рессоры и дополнительного резервуара для осуществления управления по жесткости.

В рамках п. 7 выполняют следующие действия.

7.1. Определяют объём воздуха в основной полости пневматической рессоры.

В качестве примера можно использовать пневматическую стойку. Данный тип подвески уже нашёл своё применение на некоторых автомобилях.

По известным размерам пневматической рессоры определяют внутренний объём воздушной полости в статическом положении.

7.2. Определяют давление воздуха в пневматической рессоре, которое в статическом положении меняется в зависимости от загрузки:

- для передней оси (два человека);
- для передней оси (пять человек и багаж);
- для задней оси (аналогично передней для двух, четырех и пяти человек).

Соответственно объём стойки также меняется в зависимости от загрузки автомобиля. Объём зависит и от жесткости, приведенной к колесу. А для статического положения жесткость меняется в зависимости от типа дороги. При расчете объёма можно принять допущение, что передаточное отношение как для подвески типа *McPherson*, так и для подвески на диагональных рычагах $U = 1$.

7.3. Определяют дополнительный объём пневматической стойки последовательно для трех выбранных типов дороги.

Полученные данные сводят в таблицу, которая показывает изменение внутреннего объёма пневматической рессоры передней и задней осей в зависимости от типа дороги и загрузки автомобиля при учёте норм плавности хода.

Из анализа табличных данных делают вывод, в каком диапазоне необходимо изменение внутреннего объёма рессоры, что реализуется конструктивно, для достижения оптимальных показателей плавности хода. Минимальный объём, который возможно реализовать конструктивно, – это внутренний объём стойки с пневморессорой. Данный объём будет использован для

передней и задней стоек при движении по асфальту. Ранее, рассчитывая максимальную скорость движения по асфальту, ограниченную по нормам плавности хода, задавали максимальную жесткость. Это объясняется тем, что при расчёте плавности хода не было получено каких-либо ограничений по скорости, и поэтому, принимая во внимание тот факт, что управляемость на больших скоростях тем лучше, чем выше жесткость подвески, задавали максимальную жесткость. Ограничивая внутренний объём пневморессоры определенным значением, уменьшают жесткость пневмобаллона, не ограничивая при этом максимальную скорость движения по асфальту независимо от загрузки автомобиля. Значения жесткостей пневмобаллонов с учётом введен-

ного ограничения представляют в табличной форме.

Для бульжной дороги реализовать изменение внутреннего объёма возможно, не прибегая к каким-либо дополнительным ограничениям. При этом максимальная скорость ограничена по нормам плавности хода.

Для гравия, не изменяя норм плавности хода, необходимо уменьшать максимальную скорость движения. Это объясняется тем, что при уменьшении полученного значения объёма пневморессоры жесткость увеличивается. Что, в свою очередь, ведёт к уменьшению максимальной скорости по гравию, не нарушая нормы плавности хода. Значения жесткостей пневмобаллонов с учётом введенного ограничения представляют в табличной форме. Отмечают при этом максимальную скорость.

Заключение

1. Предлагаемая методика расчёта управляемой пневматической подвески позволяет на основании расчётной оценки плавности хода определять необходимый диапазон жёсткости при движении автомобиля в различных условиях эксплуатации, на различных типах дорожного покрытия и при различной загрузке при допустимом уровне среднеквадратического ускорения на сиденье водителя.

2. Для реализации методики разработан алгоритм расчёта плавности хода и составлена программа расчёта среднеквадратических ускорений на сиденье водителя с использованием математической системы *Mathcad*.

3. Принцип выбора диапазона жёсткости подвески для управляемой пневматической подвески проиллюстрирован на примере легкового автомобиля малого класса II группы.

4. Предложен метод определения размеров пневматической рессоры и дополнительного резервуара для управления изменением жесткости пневматической подвески.

УДК 629.014.5

Е.Е. Баженов, И.В. Чупров

Уральский государственный лесотехнический университет,

г. Екатеринбург

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПОТОКОВ МЕЖДУ ДВИЖИТЕЛЯМИ СОЧЛЕНЁННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ. СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОХОДИМОСТИ

В качестве критерия оценки опорно-сцепной возможности движения транспортного средства в конкретных дорожных условиях используется неравенство

$$P_{\psi} \leq P_{\kappa} \leq P_{\varphi} \quad (1)$$

где P_{ψ} – суммарная сила сопротивления движению АСТС;

P_{φ} – суммарная сила сцепления колес АСТС с опорной поверхностью;

P_{κ} – сумма элементарных касательных реакций в зоне контакта

ведущих колес с опорной поверхностью.

Несоблюдение (1) ведет к потере проходимости или из-за низких сцепных возможностей движителя с опорной поверхностью, или из-за недостатка тяговых возможностей транспортного средства. При предварительном тяговом расчете считается, что если величина тяговой силы лежит в интервале, ограниченном, с одной стороны, максимальной силой сопротивления движению, а с другой стороны, силой

сцепления движителя с опорной поверхностью, то в данных дорожных условиях транспортному средству обеспечивается проходимость. Эти соображения положены в основу детерминированного подхода к выбору величины крутящего момента, подводимого к движителю П, изложенного автором в [1].

Такой подход не учитывает стохастический характер изменения коэффициентов ψ и φ .

В [2, 3, 4] показано, что коэффициент суммарного сопротивления